

**А.Д. ПОЛУЛЯХ**, д-р техн. наук  
(Украина, Днепропетровск, ГП "Укрнииуглеобогащение"),

**Д.А. ПОЛУЛЯХ**, канд. техн. наук  
(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВОЙ ПОТРЕБНОСТИ В ХЛОРИСТОМ ЦИНКЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ФРАКЦИОННЫХ АНАЛИЗОВ УГЛЯ**

Эффективность технологических процессов обогащения рядовых углей определяется на основании результатов фракционного анализа исходного материала и продуктов разделения. Фракционный анализ рядового угля определяется в соответствии с ДСТУ 3550-97 [1]. Для проведения фракционного анализа продуктов обогащения крупностью более 1 мм применяются в основном водные растворы хлористого цинка с плотностью от 1300 до 2100 кг/м<sup>3</sup>. Хлористый цинк должен соответствовать ГОСТ 4529-78 [2].

Хлористый цинк поставляется в мешках по 25 кг.

Получение водного раствора хлористого цинка осуществляется следующим образом.

В бак высыпается хлористый цинк (мешок весом 25 кг) и заливается водой (10 л воды на 25 кг цинка). Включается тэн, бак нагревается и его содержимое доводится до кипения. После того как раствор закипел, тэн выключается, раствор остывает.

Плотность раствора замеряют ориометром. Если цинк хорошо растопился, плотность раствора должна быть – 2000 кг/м<sup>3</sup>.

Меньшая плотность достигается разбавлением раствора холодной водой.

При проведении фракционных анализов из водного раствора хлористого цинка вместе с продуктами разделения частично удаляется его основа, а сам раствор зашламовывается тонкодисперсными частицами расслоенного материала и после определенной их концентрации, приводящей к увеличению плотности раствора, подлежит утилизации.

В связи с изложенным, возникает задача расчета годовой потребности хлористого цинка как одного из технологических материалов [3]. К сожалению, в Украине отсутствуют нормативы, позволяющие выполнять эти расчеты.

Целью настоящих исследований является определение расхода хлористого цинка на одно расслоение.

Методические исследования выполнялись следующим образом:

– отбиралась проба рядового угля крупностью 0-13 мм в количестве около 500 кг;

– после перемешивания от полученной пробы выделялись 32 порции по 10 кг каждая;

– из порции № 31 выполнялся ситовый анализ на ситах с отверстиями 6, 3 и 1 мм и определялась общая зола порции;

– порция № 32 помещалась в сетчатый бачок с отверстиями в днище 1 мм,

## Гравітаційна сепарація

в котором в течение 1 мин. под проточной водой отмывался класс 0-1 мм. Из оставшегося в сетчатом бачке продукта определялась его влажность и (сухим способом) содержание оставшегося в нем класса 0-1 мм;

– порция № 1 помещалась в сетчатый бачок, где в течение одной минуты под проточной водой отмывался класс 0-1 мм. Сетчатый бачок с оставшимся мокрым продуктом помещали в стандартный бачок с раствором хлористого цинка плотностью 1800(2000) кг/м<sup>3</sup>, в котором осуществлялось расслоение материала. После удаления продуктов разделения определялась плотность водного раствора хлористого цинка;

– взяв порцию № 2 (и в дальнейшем все оставшиеся 28 порций) повторялись действия, изложенные в предыдущем абзаце;

– в случае повышения плотности водного раствора хлористого цинка после очередного расслоения, последний подлежал утилизации.

Исследования проводились на рядовом угле марки "Г" крупностью 0-13 мм ЦОФ "Добропольская". Фракционный анализ выполнялся сотрудниками ОТК фабрики\*.

Емкость бачка для фракционного анализа составляла 72 л (300×400×600 мм), количество водного раствора составляет 2/3 объема бачка, т.е. 48 л, что соответствует [1]. Начальная плотность водного раствора хлористого цинка составляла 1800 кг/м<sup>3</sup>. Содержание потонувших фракций составляло 33,0...56,8%, при среднем значении зольности исходного материала 43,6%.

В табл. 1 приведены результаты ситового анализа исходного материала, а в табл. 2 – результаты исследований плотности водного раствора хлористого цинка.

Таблица 1

Гранулометрический состав исходного материала		
Класс, мм	Выход, %	Зольность, %
6-13	25,0	40,4
3-6	26,0	45,2
1-3	31,0	47,1
0-1	18,0	39,6
Итого	100,0	43,6
Влажность порции пробы после отмывки класса 0-1 мм, %		13,8
Содержание классов 0-1 мм в высушенной пробе, %		18,6

Из табл. 1 следует, что в исходном материале содержится 18,6% класса 0-1 мм, что предполагает зашламование раствора и повышение, из-за этого, ее плотности.

Анализ данных табл. 2 показывает, что средний расход хлористого цинка на одно расслоение 10 кг материала марки "Г" с крупностью, указанной в табл. 1, составляет 1,03 кг. При гостированной для данной крупности материала порции 6 кг удельный расход хлористого цинка составит 0,618 кг на одно расслоение.

\* Авторы благодарят начальника ОТК ЦОФ "Добропольская" Н.Г. Судак за предоставленные данные фракционного анализа.

## Гравітаційна сепарація

Таблиця 2

Результаты исследования физических свойств водного раствора хлористого цинка

№ п/п	Плотность водного раствора хлористого цинка, кг/м <sup>3</sup>	Массовая доля хлористого цинка в водном растворе, %	Количество водного раствора хлористого цинка, кг $\left(\frac{K2 \times 48}{1000}\right)$	Количество хлористого цинка, кг $\left(\frac{K4 \times K3}{1000}\right)$	Потери хлористого цинка, кг $(C_{кбв} - C_{кбн})$
1	1800	62,0*	86,40	53,57	–
2	1780	61,2	85,44	52,29	1,28
3	1760	60,4	84,48	51,03	1,26
4	1720	58,8	82,56	48,55	2,48
5	1700	58,0*	81,60	47,33	1,22
6	1650	55,0	79,20	43,56	3,77
7	1640	54,4	78,72	42,82	0,74
8	1620	53,2	77,76	41,37	1,45
9	1600	52,0*	76,80	39,94	1,43
10	1580	50,8	75,84	38,53	1,41
11	1550	49,0	74,40	36,46	2,07
12	1540	48,4	73,92	35,78	0,68
13	1520	47,2	72,96	34,44	1,34
14	1500	46,0*	72,00	33,12	1,32
15	1480	44,6	71,04	31,68	1,44
16	1470	43,9	70,56	30,98	0,71
17	1470	43,9	70,56	30,98	0
18	1460	43,2	70,08	30,27	0,71
19	1460	43,2	70,08	30,27	0
20	1450	42,5	69,60	29,58	0,69
21	1450	42,5	69,60	29,58	0
22	1440	41,8	69,12	28,89	0,69
23	1440	41,8	69,12	28,89	0
24	1440	41,8	69,12	28,89	0
25	1450	**			
26	1450	**			
27	1450	**			
28	1470	**			
29	1480	**			
30	1520	**			
	Итого потери				24,69
	Средние потери				1,03

\* По данным ДСТУ 3550-97.

\*\* Плотность увеличивается за счет шлама. Водный раствор хлористого цинка подлежит утилизации.

Из данных табл. 2 следует, что после 25 расслоений плотность водного раствора начинает повышаться. Это свидетельствует о непригодности его к дальнейшим исследованиям и необходимости утилизации.

При проведении фракционных анализов концентрата и отходов аналогичной крупности, по аналогии с потерями магнетита [4], расход хлористого цинка

## Гравітаційна сепарація

должен быть, соответственно, уменьшен или увеличен в 1,3 раза, и составлять, соответственно, 0,475 и 0,803 кг на одно расслоение.

Расход хлористого цинка при фракционном анализе рядового угля, концентрата и отходов крупностью 13-100 мм марки "Г", по аналогии с потерями магнетита [4, 5], ориентировочно применяется в 2 раза меньше соответствующих его расходов при выполнении фракционных анализов аналогичных продуктов крупностью 0-13 мм. При этом утилизация остатков раствора хлористого цинка наступает после 2-х кратного увеличения числа расслоений в сравнении с классом 0-13 мм.

Ориентировочное количество расхода хлористого цинка на проведение фракционного анализа углей марки "Г" в соответствии с ДСТУ 3550-97:

– рядовой уголь класс 0-13 мм

$$Q_{p.0-13} = n_{p.0-13} \cdot f_{p.0-13} \cdot q_{p.0-13};$$

– концентрат 0-13 мм

$$Q_{k.0-13} = n_{k.0-13} \cdot f_{k.0-13} \cdot q_{k.0-13};$$

– отходы 0-13 мм

$$Q_{o.0-13} = n_{o.0-13} \cdot f_{o.0-13} \cdot q_{o.0-13};$$

– рядовой уголь класс 13-100 мм

$$Q_{p.13-100} = n_{p.13-100} \cdot f_{p.13-100} \cdot q_{p.13-100};$$

– концентрат 13-100 мм

$$Q_{k.13-100} = n_{k.13-100} \cdot f_{k.13-100} \cdot q_{k.13-100};$$

– отходы 13-100 мм

$$Q_{o.13-100} = n_{o.13-100} \cdot f_{o.13-100} \cdot q_{o.13-100};$$

где  $n$  – годовое количество фракционных анализов данного продукта;  $f$  – количество плотностей расслоения данного продукта;  $q$  – удельный расход хлористого цинка на расслоение продукта по одной плотности, кг.

Удельный расход хлористого цинка на одно расслоение для рассматриваемых продуктов составит:

## Гравітаційна сепарація

$q_{p.0-13} = 0,618$  кг на 6 кг пробы;

$q_{к.0-13} = q_{p.0-13} : 1,3 = 0,618 : 1,3 = 0,475$  кг на 6 кг пробы;

$q_{o.0-13} = q_{p.0-13} \cdot 1,3 = 0,618 \cdot 1,3 = 0,803$  кг на 6 кг пробы;

$q_{p.13-100} = q_{p.0-13} : 2 = 0,618 : 2 = 0,309$  кг на 6 кг пробы;

$q_{к.13-100} = q_{к.0-13} : 2 = 0,475 : 2 = 0,238$  кг на 6 кг пробы;

$q_{o.13-100} = q_{o.0-13} : 2 = 0,803 : 2 = 0,402$  кг на 6 кг пробы.

Количество замен раствора хлористого цинка ориентировочно составляет:  
для мелкого машинного класса

$$K_{0-13} = (n_{p.0-13} \cdot f_{p.0-13} + n_{к.0-13} \cdot f_{к.0-13} + n_{o.0-13} \cdot f_{o.0-13}) : 25;$$

для крупного машинного класса

$$K_{13-100} = (n_{p.13-100} \cdot f_{p.13-100} + n_{к.13-100} \cdot f_{к.13-100} + n_{o.13-100} \cdot f_{o.13-100}) : 50.$$

Количество хлористого цинка подлежащего утилизации:  
при фракционном анализе мелкого угля и продуктов его обогащения

$$Y_{0-13} = K_{0-13} \cdot q_{0-13};$$

при фракционном анализе крупного угля и продуктов его обогащения

$$Y_{13-100} = K_{13-100} \cdot q_{13-100},$$

где  $q_{0-13} = q_{13-100} = 28,89$  кг (табл. 2).

Годовая потребность хлористого цинка (при массе одной пробы 6 кг) составит

$$Q_{год} = Q_{p.0-13} + Q_{к.0-13} + Q_{o.0-13} + Q_{п.13-100} + Q_{к.13-100} + Q_{o.13-100} + Y_{0-13} + Y_{13-100}.$$

Годовая потребность хлористого цинка может быть скорректирована в соответствии с массой пробы, которая берется по [1] в зависимости от максимальной крупности частиц в материале, который расшлаивается.

### *Выводы*

Определены ориентировочные удельные расходы хлористого цинка при проведении фракционных анализов продуктов обогащения рядовых углей марки "Г".

### Список литературы

1. Топливо твердое. Определение и представление показателей фракционного анализа. Общие требования к аппаратуре и методике: ДСТУ 3550-97. – К.: Госстандарт Украины, 1997.
2. Реактивы. Цинк хлористый. Технические условия: ГОСТ 4529-78. – М.: Госстандарт СССР, 1978.
3. **Полулях А.Д., Пилов П.И., Егурнов А.И.** Практикум по расчетам качественно-количественных и водно-шламовых схем углеобогачительных фабрик: Учебное пособие. – Д.: Национальный горный университет, 2007.
4. **Полулях А.Д.** Контроль качества и расход магнетита на углеобогачительных фабриках Украины // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2010. – Вип. 40(81).
5. Справочник по обогащению углей / Под ред. **Благова И.С., Коткина А.М., Зарубина Л.С.** – М.: Недра, 1984.

© Полулях А.Д., Полулях Д.О., 2011

*Надійшла до редколегії 05.03.2011 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*